

---

## UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2006/2007

April 2007

### **EEM 332 – REKABENTUK UJIKAJI**

Masa: 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan.

Jawab LIMA soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam bahasa Malaysia.

1. (a) Berikan maksud dan bezakan antara rekabentuk ujikaji "One-factor-at-a-time (OFAT)" dan faktor. Berikan dua kelebihan menggunakan rekabentuk ujikaji faktor berbanding OFAT.

*Define and differentiate between One-factor-at-a-time (OFAT) and factorial design experiments. Give two advantages of using the latter over the former in experiments.*

(30%)

- (b) Satu syarikat menjalankan dua ujikaji faktor berasingan untuk mengenalpasti interaksi di antara faktor-faktor yang mempengaruhi proses operasinya. Dalam ujikaji yang pertama, seorang jurutera menjalankan ujikaji faktor dua-faktor dengan kedua-dua faktor (A dan B) pada dua aras (Tinggi dan Rendah). Dalam ujikaji yang kedua pula, seorang lagi jurutera menjalankan ujikaji faktor dua-faktor dengan kedua-dua faktor (C dan B) pada dua aras (Tinggi dan Rendah). Keputusan kedua-dua ujikaji tersebut diberikan di dalam Jadual 1 dan 2 di bawah.

*A company conducts two separate factorial experiments to determine the interaction between factors that influence its operational processes. In the first experiment, an engineer performs a two-factor factorial experiment with both design factors (factor A and B) at two levels (High and Low). In the second experiment, another engineer also runs a two-factor experiment with both design factors (factor C and D) at two levels (High and Low). The results of both experiments are tabulated in Tables 1 and 2 below.*

Jadual 1 : Data ujikaji faktor bagi faktor A dan B

Table 1 : Data for the factorial experiments factor A and B

Runs / Larian	Factor/Faktor A	Factor/Faktor B	Average Response / Purata Tindakbalas
1	Low / Rendah	Low / Rendah	20
2	High / Tinggi	High / Tinggi	52
3	High / Tinggi	Low / Rendah	40
4	Low / Rendah	High / Tinggi	30

Jadual 2 : Data ujikaji faktor bagi faktor C dan D

Table 2 : Data for the factorial experiments factor A and B

Runs / Larian	Factor/Faktor C	Factor/Faktor D	Average Response / Purata Tindakbalas
1	Low / Rendah	Low / Rendah	20
2	High / Tinggi	High / Tinggi	12
3	High / Tinggi	Low / Rendah	50
4	Low / Rendah	High / Tinggi	40

- (i) Terangkan apakah yang dimaksudkan dengan kewujudan interaksi di antara faktor.

*Explain what is meant by the existence of interaction between factors.*

(20%)

- (ii) Analisa keputusan di atas untuk menghasilkan rumusan tentang interaksi di antara :

*Analyse the above results to produce inferences about the interaction between:*

- Faktor A dan B  
Factors A and B

(25%)

- Faktor C dan D  
Factors C and D

(25%)

...4/-

2. (a) Terangkan kepentingan ujian hipotesis dan julat keyakinan dalam konteks penggunaan dalam ujikaji perbandingan yang mudah.

*Explain the importance of hypothesis testing and confidence interval in the context of their use in simple comparative experiments.*

(30%)

- (b) Suatu syarikat pembuatan gentian optik yang baru memerlukan kekuatan pecah gentian tersebut pada sekurang-kurangnya 150psi.

*A manufacturer of a new type of optical fibre requires the breaking strength of the new fibre to be at least 150psi.*

- (i) Terangkan bagaimana jurutera syarikat tersebut boleh mengaplikasikan prosedur ujian-t untuk memastikan keperluan tersebut dipenuhi.

*Explain how the company engineers may apply the t-test procedure to ensure conformance to the requirements.*

(30%)

- (ii) Pengawal mutu menganalisa data yang dikumpul oleh jurutera syarikat tersebut dan mendapati bahawa julat keyakinan 95% untuk kekuatan pecah gentian optik tersebut berada di antara 146.99psi dan 149.72psi. Apakah cadangan yang dapat diberikan oleh pengawal mutu tersebut kepada pihak pengurusan atasan?

*The quality controllers analysed the test data gathered by the company engineers and found out that the 95% confidence interval on the mean breaking strength of the optical fibre lies between 146.99psi to 149.72psi. What recommendations can the quality controllers provide to the higher management?*

(25%)

- (c) Dua jenis bahan, bahan A dan B adalah sesuai untuk digunakan oleh pembuat peralatan mekatronik. Pembuat tidak akan menggunakan bahan A melainkan jika **kekuatan pecah** bahan A melebihi kekuatan putus bahan B sebanyak sekurang-kurangnya 20 psi. Cadangkan hipotesis nul dan alternatif yang sesuai untuk diuji oleh pembuat tersebut.

*Two types of material, materials A and B are suitable for use by a mechatronic instrument manufacturer. The manufacturer will not adopt material A unless its breaking strength exceeds that of material B by at least 20 psi. Suggest suitable null and alternative hypotheses that can be tested by the manufacturer.*

(15%)

3. (a) Huraikan kepentingan analisa varian dan semakan kecukupan model dalam analisa statistik bagi keputusan ujikaji. Apakah analisa-analisa yang selalunya dijalankan untuk semakan kecukupan model.

*Describe the importance of analysis of variance and model adequacy checking in the statistical analysis of experimental results. What analyses are usually performed for model adequacy checking?*

(40%)

- (b) Suatu syarikat pembuat gentian optik sedang menyiasat kekuatan tegang bagi suatu gentian yang akan digunakan untuk rekabentuk kabel gentian yang baru. Kekuatan tegang selalunya bergantung pada peratusan kandungan silika dalam formulasi. Jurutera syarikat tersebut menjalankan suatu ujikaji rawak lengkap dengan lima aras kandungan silika serta mereplikasikan ujikaji tersebut sebanyak lima kali. Keputusan ujikaji tersebut diberi di Jadual 3 di bawah.

*An optical fibre manufacturer is investigating the tensile strength of a new type of fibre to be used for a newly designed fibre cable. The tensile strength usually depends on the percentage of silica content in the formulation. The company engineer conducts a completely randomized experiment with five levels of silica content and replicates the experiment five times. The results are tabulated below.*

Jadual 3 : Data daripada ujikaji rawak lengkap

Percentage of Silica / Peratusan kandungan silika.	Tensile strengths / Kekuatan tegang				
15	7	7	15	11	9
20	12	17	12	18	18
25	14	19	19	18	18
30	19	25	22	19	23
35	7	10	11	15	11

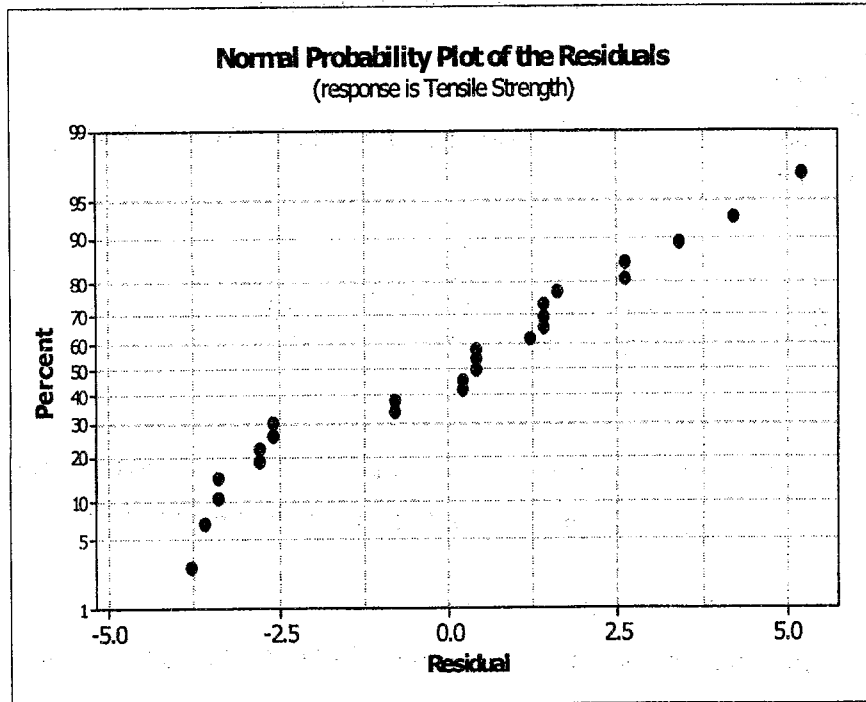
Data di atas dianalisa menggunakan ANOVA Satu-Hala dan plot residual dalam perisian Minitab seperti dalam Jadual 4 dan Rajah 1 dan Rajah 2.

*The data is analysed using one-way ANOVA and plot of residuals using the Minitab software as shown in Tables 4 and Figures 1 and 2 below.*

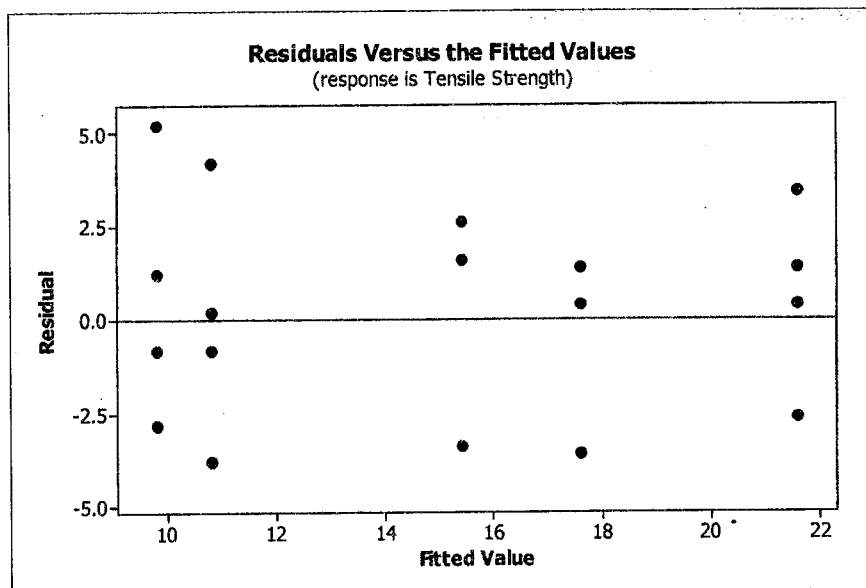
Jadual 4 : Jadual ANOVA

One-way ANOVA: Tensile Strength versus silica Percentage					
Analysis of Variance for Tensile					
Source	DF	SS	MS	F	P
Silica P	4	475.76	118.94	14.76	0.000
Error	20	161.20	8.06		
Total	24	636.96			

Rajah 1 : Plot Kebarangkalian Normal Bagi Residual



Rajah 2 : Plot Nilai Anggaran Melawan Residual





Gunakan keluaran Minitab tersebut untuk membuat rumusan mengenai  
*Use the Minitab output to make inferences about*

- (i) kesan kandungan silika terhadap purata kekuatan tegang  
*the effect of silica content on the mean tensile strength.*  
(30%)
- (ii) kecukupan model  
*the model adequacy*  
(30%)

4. (a) Binakan jadual tanda aljabar untuk kesemua kesan bagi rekabentuk faktor  $2^3$ . Berdasarkan jadual tersebut, tulis persamaan bagi menganggar kesan.

*Construct the table of algebraic signs for all of the effects in the  $2^3$  factorial design. Based on the table, write down the equations for estimating the effects.*

(30%)

- (b) Jadual 5 menunjukkan data yang diperolehi daripada rekabentuk faktor  $2^3$ . Lakukan analisis varian (ANOVA) ke atas data tersebut.  $SS_T = 531,420.9375$ . Paparkan hasil anda dalam bentuk jadual ANOVA. Kesan manakah yang bererti pada tahap  $\alpha = 0.05$ ?

*Table 5 contains data from a  $2^3$  factorial design. Perform an analysis of variance (ANOVA) on the data.  $SS_T = 531,420.9375$ . Display your results in the form of an ANOVA table. Which effects are significant at an  $\alpha$  level of 0.05?*

(40%)

...10/-

Jadual 5 : Data Daripada Rekabentuk Faktor 2<sup>3</sup>

Factors			Replicate	
A	B	C	I	II
-	-	-	550	604
+	-	-	669	650
-	+	-	633	601
+	+	-	642	635
-	-	+	1037	1052
+	-	+	749	868
-	+	+	1075	1063
+	+	+	729	860

(c) Apakah tujuan replikasi dalam rekabentuk ujikaji?

*What is the purpose of replication in experimental designs?*

(30%)

5. Sebuah eksperimen yang membabitkan dua faktor telah dijalankan berdasarkan rekabentuk faktor 2<sup>2</sup>. Jadual 6 menunjukkan data yang telah diperolehi. Guna tahap  $\alpha = 0.05$  dalam analisis anda.

*An experiment involving two factors was carried out using the two- factor factorial design. The data is shown in Table 6. Use  $\alpha = 0.05$  in your analysis.*

Jadual 6 : Data Daripada Rekabentuk Faktor Dua-Faktor

Factors		Replicate		
A	B	I	II	III
-	-	28	25	27
+	-	36	32	32
-	+	18	19	23
+	+	31	30	29

$$SSA = 208.33$$

$$SSB = 75.00$$

$$SSAB = 8.33$$

$$SST = 323.00$$

...11/-

- (a) Tentukan arah potensi perbaikan untuk eksperimen di atas.  
*Determine the direction of potential improvement for the above experiment.*

(40%)

- (b) Binakan plot residual melawan nilai anggaran untuk eksperimen di atas.  
Beri komen untuk plot tersebut.

*Construct a plot of the residuals versus the fitted values. Comment on the plot.*

(30%)

- (c) Berdasarkan hasil yang didapati daripada bahagian (a) dan (b), nasihat apakah yang anda dapat beri kepada pengujikaji eksperimen ini?

*What recommendations should you make to the experimenter based on your results for parts (a) and (b)?*

(30%)

6. (a) Apakah perbezaan antara Rekabentuk Rawak Penuh dan Rekabentuk Blok Rawak Penuh dari aspek perancangan eksperimen?

*What are the differences between the Completely Randomized Design and the Randomized Complete Block Design (RCBD) from the experimental planning aspect?*

(30%)

- (b) Nyatakan model statistik untuk kes kesan tetap bagi rekabentuk RCBD. Hypotheses apakah yang dapat diuji berdasarkan model ini?

*State the statistical model for the fixed effects case of RCBD. What hypotheses can be tested based on this model?*

(30%)

- (c) Beri contoh eksperimen yang sesuai untuk RCBD. Beri butiran terperinci mengenai aspek perancangan, perjalanan, dan analisis ujukaji tersebut.

*Give an example of an experiment that is appropriate for the RCBD. Provide as much detail as possible regarding the planning, execution, and analysis aspect of the experiment.*

(40%)